

=> []s de3925889/pn
L1 1 DE3925889/PN[]

=> []d ab

L1 ANSWER 1 OF 1 WPIINDEX COPYRIGHT 2003 THOMSON DERWENT on STN
AB DE 3925889 A UPAB: 19930928

Fixed speed computation reference time intervals are repeatedly defined w.r.t. a pulse train signal derived from a rotation speed sensor mounted on the rotating body. The time is measured between the last pulse edge in the preceding reference time interval and the last pulse edge in the current reference time interval.

The rotation speed is derived from the measured time interval. The number of speed measurement reference time intervals during which no pulse edges occur can be counted and the wheel speed set to null when the number of such intervals exceeds a defined threshold value.

ADVANTAGE - Accurate speed measurements are achieved over wide range of speeds using relatively small quantity of information.

3/7

As discussed in the description

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift

(11) DE 3925889 A1

(51) Int.Cl. 5:

G01P 3/48

// B60T 8/32,
B60K 28/16

DE 3925889 A1

(21) Aktenzeichen: P 39 25 889.0

(22) Anmeldetag: 4. 8. 89

(43) Offenlegungstag: 8. 2. 90

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

05.08.88 JP 194397/88

(71) Anmelder:

Akebono Brake Industry Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Schroeter, H., Dipl.-Phys., 7070 Schwäbisch Gmünd;
Fleuchaus, L., Dipl.-Ing.; Lehmann, K., Dipl.-Ing.,
8000 München; Wehsler, W., Dipl.-Ing., 3000
Hannover; Holzer, R., Dipl.-Ing.; Gallo, W., Dipl.-Ing.
(FH), Pat.-Anwälte, 8900 Augsburg

(72) Erfinder:

Hagiya, Naoyuki, Ageo, Saitama, JP

(54) Verfahren zur Berechnung der Drehgeschwindigkeit eines rotierenden Körpers

Ein Verfahren zur Berechnung der Drehgeschwindigkeit eines rotierenden Körpers umfaßt die Schritte der Vorgabe von Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspannen bezüglich eines Impulszug-Signals, das vom Ausgang eines Drehgeschwindigkeits-Sensors gewonnen wird, des Messens des Zeitraums von der letzten Impulsflanke in der vorausgehenden Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspanne bis zur letzten Impulsflanke in der momentanen Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspanne und des Berechnens der Drehgeschwindigkeit des rotierenden Körpers auf der Basis des Ergebnisses der Zeitraummessung. Der Zeitpunkt, in dem die vorausgehende Geschwindigkeitsberechnung endet, entspricht dem Zeitpunkt, in dem die momentan laufende Geschwindigkeitsberechnung beginnt, so daß eine fortlaufende Geschwindigkeitsberechnung möglich wird. Auf diese Weise kann eine erhöhte Genauigkeit bei der Geschwindigkeitsmessung für niedere Geschwindigkeitsbereiche erzielt werden, was zu einer verbesserten Durchführung der Steuerung bei Antiblockier- und Traktions-Steuerungssystemen im niederen Geschwindigkeitsbereich führt.

DE 3925889 A1

1
Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein System zur Berechnung der Drehgeschwindigkeit eines rotierenden Körpers und insbesondere ein System zur Berechnung der Drehgeschwindigkeit eines rotierenden Körpers, das dazu verwendet werden kann, die Radgeschwindigkeit eines Motorfahrzeugs bei einer Antiblockier-Steuerung zu berechnen, um zu verhindern, daß die Räder des Motorfahrzeugs blockieren, wenn die Bremse betätigt wird, oder bei einer Traktionssteuerung, um zu verhindern, daß die Antriebsräder des Motorfahrzeugs durchrutschen, wenn das Motorfahrzeug gestartet oder beschleunigt wird.

Bei einer Antiblockier-Steuerung, die dazu dient, ein Blockieren der Räder eines Motorfahrzeugs bei Betätigung der Bremse zu verhindern, bei einer Traktionssteuerung, die dazu dient, ein Durchrutschen der Antriebsräder des Motorfahrzeugs beim Anfahren oder Beschleunigen des Fahrzeugs zu verhindern, oder bei einer Fahrsteuerung, die es ermöglicht, ein Motorfahrzeug mit einer konstanten Geschwindigkeit fahren zu lassen, bildet die Berechnung der Radgeschwindigkeit einen der wichtigsten Faktoren. Wie aus dem Stand der Technik bekannt ist, wird die Genauigkeit der genannten Steuerungen in starkem Maße von der Genauigkeit, mit der die Radgeschwindigkeit berechnet werden kann, und von der Zeit beeinflußt, die für eine solche Berechnung erforderlich ist. Insbesondere bei einer Antiblockier- oder einer Traktions-Steuerung ist es erforderlich, daß die sich in jedem Augenblick ändernde Radgeschwindigkeit genau detektiert wird; somit sollten hochgenaue Sensoren verwendet werden, um eine solche genaue Detektion der Radgeschwindigkeit zu erzielen.

Ein solcher Sensor kann einen mit Zähnen versehenen Rotor umfassen, der auch als Zackenrad bezeichnet wird und sich mit dem Rad dreht, sowie eine Aufnahmewicklung bzw. Aufnahmespule, die auf einen Permanentmagneten aufgewickelt ist, der in der Nähe des Rotors angeordnet ist. Wenn sich das Zackenrad dreht, variiert der Abstand zwischen dem Zackenrad und dem Permanentmagneten in Abhängigkeit von der Position der Zähne des Zackenrades und als Ergebnis hiervon erzeugt die Aufnahmespule eine Wechselspannung, die eine Frequenz besitzt, die proportional zur Drehgeschwindigkeit des Zackenrades ist. Um die Radgeschwindigkeit aus dieser Wechselspannung zu berechnen, wird die sinusförmige Wellenform dieser Wechselspannung in eine Rechtecks-Wellenform umgeformt, so daß ein Impulszug-Signal erhalten wird, wie es in Fig. 1 wiedergegeben ist. Bezugsspannen T mit vorgegebener Länge für eine Geschwindigkeitsberechnung werden der Reihe nach erzeugt bzw. vorgegeben und es wird der Zeitabstand zwischen der ersten Anstiegsflanke bis zur nächsten Anstiegsflanke des Impulszugsignals für jede Geschwindigkeitsberechnung gemessen, d.h. der Zeitraum t eines Zyklusses (was im folgenden als Einzelflanken-Detektion bezeichnet wird). Die Radgeschwindigkeit V_w wird aus dem Zeitraum t unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnet:

$$V_w = 1/(t \times k)$$

wobei k eine Konstante ist.

Um zu vermeiden, daß es unmöglich wird, die Geschwindigkeit zu detektieren, was leicht dann verursacht werden kann, wenn die Frequenz der von der Aufnahmewickelung abgeleiteten sinusförmigen Wel-

lenform zu hoch wird, wenn sich die Räder mit hoher Geschwindigkeit drehen, ist es üblich, für das Zackenrad eine vergleichsweise kleine Anzahl von Zähnen vorzusehen. Dann besteht, wie man der Fig. 2 entnimmt, dann, wenn die oben beschriebene Einflanken-Detektion durchgeführt wird, während sich die Räder mit kleiner Geschwindigkeit drehen, die Tendenz, daß sich der Meßzeitraum t so weit ausdehnt, daß er den Bereich einer Geschwindigkeitsberechnungs-Referenzzespanne T übersteigt; wenn dies eintritt, wird eine Geschwindigkeitsberechnung bezüglich der betreffenden Geschwindigkeitsberechnungs-Referenzzespanne T unmöglich, was eine ungenaue Geschwindigkeitsberechnung zur Folge hat und eine Verschlechterung der Steuer- bzw. Regeleigenschaften eines Antiblockier-Systems usw. bewirkt. Wird beispielsweise die Anzahl der Zähne eines Zackenrades so gewählt, daß die Aufnahmespule eine Wechselspannung mit 15 Hz pro 1 km/h erzeugt und wird die Länge der Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugsspanne T gleich 8 ms gesetzt, dann übersteigt die Meßzeit t den Bereich der Geschwindigkeitsberechnungs-Referenzzespanne T , wenn die Frequenz des von der Aufnahmewickelung abgeleiteten Wechselspannungssignals 250 Hz oder weniger beträgt, was einer Radgeschwindigkeit von 16,6 km/h entspricht.

Demgegenüber ist es ein Ziel der Erfindung, ein Verfahren zur Berechnung der Drehgeschwindigkeit eines rotierenden Körpers zu schaffen, das für einen großen Geschwindigkeitsbereich eine genaue Geschwindigkeitsberechnung unter Verwendung eines Zackenrades gestattet, das eine vergleichsweise kleine Anzahl von Zähnen aufweist, d.h. eine relativ kleine Informationsmenge liefert.

Das Verfahren gemäß der Erfindung umfaßt die Schritte des Vorgebens von Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugsspannen bezüglich eines Impulszugsignals, das vom Ausgang eines Rotationsgeschwindigkeits-Sensors erhalten wird, des Messens der Zeilänge zwischen der letzten Impulsflanke in der vorausgehenden Geschwindigkeitsberechnungs-Referenzzespanne und der letzten Impulsflanke in der momentanen Geschwindigkeitsberechnungs-Referenzzespanne, und des Berechnens der Drehgeschwindigkeit des rotierenden Körpers auf der Basis des Ergebnisses der Zeitabstandsmessung.

Gemäß der Erfindung entspricht der Zeitpunkt, in dem die vorausgehende Geschwindigkeitsberechnung beendet wird, dem Zeitpunkt, in dem die momentane Geschwindigkeitsberechnung beginnt, wodurch es möglich wird, eine kontinuierliche Geschwindigkeitsberechnung zu erzielen. Auf diese Weise kann bei der Geschwindigkeitsmessung für niedere Geschwindigkeitsbereiche die Genauigkeit erhöht werden, was zu verbesserten Regel- bzw. Steuerungseigenschaften eines Antiblockier- oder Traktions-Steuerungssystems für den niederen Geschwindigkeitsbereich führt.

Es sei darauf hingewiesen, daß dann, wenn ein Zackenrad verwendet wird, dessen Zahnezahl wie im oben beschriebenen Fall eine Frequenz von 15 Hz/km/h liefert, und die Länge der Geschwindigkeitsberechnungs-Referenzzespanne auf 8 ms gesetzt wird, die untere Grenze des berechenbaren Frequenzbereiches vom herkömmlichen Wert von 250 Hz (was einer Radgeschwindigkeit von 16,6 km/h entspricht) auf 62,5 Hz (was einer Radgeschwindigkeit von 4,16 km/h entspricht) herabgesetzt werden kann.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung

beschrieben; in dieser zeigen:

Fig. 1 und 2 Zeitdiagramme zur Erläuterung des herkömmlichen Verfahrens zur Berechnung der Drehgeschwindigkeit eines rotierenden Körpers,

Fig. 3 ein Blockdiagramm der Vorrichtung zum Detektieren der Drehgeschwindigkeit eines rotierenden Körpers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 4 ein grundlegendes Zeitdiagramm, das bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nützlich ist,

Fig. 5a bis 5d Zeitdiagramme im erfindungsgemäßen Verfahren für verschiedene Geschwindigkeitsbereiche,

Fig. 6 und 7 Flußdiagramme zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Fig. 3 ist ein Geschwindigkeitssensor 1 dargestellt, der ein Zackenrad umfaßt, das auf dem Achsnabenmotor eines Motorfahrzeugs so montiert ist, daß es sich mit einem Rad mitdreht, und eine auf einen Permanentmagneten 3 gewickelte Aufnahmewicklung 4. Wenn sich das Zackenrad 2 des Geschwindigkeitssensors 1 dreht, wird die von der Aufnahmewicklung 4 abgeleitete Wechselspannung durch eine Wellenform-Formungsschaltung 5 in ein Impulsfolgesignal umgewandelt, das einer Mikroprozessoreinheit (MPU) 6 zugeführt wird. Die Mikroprozessoreinheit 6 umfaßt einen Flankendetektor 7, der von einem Eingangserfassungsregister gebildet wird, eine Startschaltung 8, die aus einem freilaufenden Zähler besteht, und eine zentrale Verarbeitungseinheit 9, die einen Speicher 1 mit freiem Zugriff (RAM 1) und einen Speicher 2 mit freiem Zugriff (RAM 2) umfaßt. Der Flankendetektor 7 liefert ein Erkennungssignal und Verriegelungs- bzw. Zwischenspeicher-Daten (latch data) an die zentrale Verarbeitungseinheit 9.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden wie beim herkömmlichen Verfahren der Reihe nach Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspannen T vorgegeben; der Zeitpunkt, in dem die letzte Impulsflanke in der vorausgehenden Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspanne T detektiert wird, wird als der Zeitpunkt verwendet, in dem die Geschwindigkeitsmessung begonnen wird, wie dies Fig. 4 zeigt; weiterhin wird der Zeitpunkt, in dem die letzte Impulsflanke in der momentanen Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspanne detektiert wird, als der Zeitpunkt verwendet, in dem die Geschwindigkeitsmessung beendet wird. Die grundlegende Prozedur einer Geschwindigkeitsberechnung gemäß der Erfindung besteht darin, daß auf der Basis der Messung des Zeitraums t vom Anfangspunkt der Zeitmessung bis zum Endpunkt der Zeitmessung eine Geschwindigkeitsberechnung zu den Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitpunkten "1", "2", "3", "4" usw. durchgeführt wird, die bezüglich der jeweiligen Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspannen T vorgegeben werden. Die Anzahl der steigenden und fallenden Impulsflanken, die innerhalb der oben erwähnten Meßzeiträume t auftreten, werden gezählt. Dies wird als "Doppelflanken-Detektion" bezeichnet. In diesem Fall wird eine Impulsflanke im Startzeitpunkt der Messung nicht gezählt, während eine Impulsflanke im Endzeitpunkt der Messung gezählt wird. Die mittlere Zykluslänge wird dadurch bestimmt, daß der Quotient, der durch Teilung des Zeitraumes t durch die Anzahl der detektierten Impulsflanken gebildet wird, mit 2 multipliziert bzw. verdoppelt wird. Die Radgeschwindigkeit wird auf der Basis der mittleren Zykluslänge berechnet.

Beispielsweise wird bei einer im Zeitpunkt "3" in Fig. 4 durchgeföhrten Geschwindigkeitsberechnung der Zeitpunkt .A. in dem die letzte Impulsflanke während

des vom Zeitpunkt "1" bis zum Zeitpunkt "2" in der vorausgehenden Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspanne T reichenden Zeitraums auftritt, als Startzeitpunkt für die Zeitmessung verwendet; weiterhin wird der Zeitpunkt B, in dem die letzte Impulsflanke während der vom Zeitpunkt "2" bis zum Zeitpunkt "3" in der momentanen Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspanne T reichenden Zeitraums auftritt, als Endzeitpunkt für die Zeitmessung verwendet. In diesem Fall ist die Anzahl von Impulsflanken, die während des Zeitraumes t zwischen dem Zeitpunkt A und dem Zeitpunkt B auftreten, einschließlich der im Zeitpunkt B auftretenden Impulsflanke gleich drei. Somit wird die mittlere Zykluslänge dadurch bestimmt, daß man den Quotienten, der dadurch entsteht, daß man den Meßzeitraum t durch drei teilt, mit zwei multipliziert bzw. verdoppelt. Aus dieser mittleren Zykluslänge wird die Radgeschwindigkeit V_w unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnet:

$$V_w = 1 / (\text{mittlere Zykluslänge} \times K_2),$$

wobei K_2 eine Konstante ist.

Zum nächsten Zeitpunkt "4" wird der Zeitraum t zwischen dem Zeitpunkt B und dem Zeitpunkt C gemessen und die Radgeschwindigkeit V_w in der gleichen Weise berechnet, wie dies oben beschrieben wurde.

Die grundlegende Berechnungsprozedur für das erfindungsgemäße Verfahren wurde oben beschrieben.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 5a bis 5d werden nun Beispiele der Impulsflanken-Detektions-Logik für verschiedene Geschwindigkeitsbereiche beschrieben.

In Fig. 5 werden mit den Buchstaben OCI Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitpunkte bezeichnet, die für die festen Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspannen T (8 ms) vorgegeben werden.

Fig. 5a zeigt die Impulsflanken-Detektionslogik für die Messung eines Zeitraumes t , wenn ein Motorfahrzeug anfährt oder mit sehr geringer Geschwindigkeit fährt. Wenn das Motorfahrzeug startet, wird der Zeitpunkt A, in dem eine Impulsflanke während der vom Zeitpunkt "1" bis zum Zeitpunkt "2" reichenden Zeitspanne detektiert wird, als Startzeitpunkt für die Messung verwendet, und, wenn eine Impulsflanke zum Zeitpunkt 2 in der nächsten Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspanne T detektiert wird, wird der Zeitpunkt, in dem die letzte Impulsflanke detektiert wird, als der Endzeitpunkt für die Zeitmessung festgelegt. Die Radgeschwindigkeit wird auf der Basis des so gemessenen Zeitraums t berechnet.

In dem Fall jedoch, in dem zum Zeitpunkt 2 keine nächste Impulsflanke detektiert wird, wird der Zeitpunkt B, in dem die nächste Impulsflanke detektiert wird, als der Endzeitpunkt für die Messung bestimmt. In der Zwischenzeit wird die Anzahl der Zeitspannen T , während derer keine Impulsflanke detektiert wird, gezählt; wenn diese Zahl größer gleich einem vorbestimmten Wert K_1 (beispielsweise $K_1 = 4$) wird, wird die Radgeschwindigkeit als $V_w = 0$ km/h betrachtet und es wird wieder eine zyklische Messung von dem Zeitpunkt an gestartet, in dem als nächstes eine Impulsflanke auftritt.

Fig. 5b zeigt die Impulsflankendetektionslogik für den Fall, daß das Motorfahrzeug mit einer kleinen Geschwindigkeit fährt. Wenn das Motorfahrzeug mit einer kleinen Geschwindigkeit fährt, nähert sich die Breite eines einzelnen Impulses der Zeitspanne T , wird gleich einem Meßzeitraum t und bildet den Gegenstand der Berechnung bei jedem Punkt OCI; in diesem Fall wer-

den die Anfangs- und Endzeitpunkte für die Messung auf der Basis der unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschriebenen Prinzipien bestimmt. Die Anzahl der Impulsflanken (einschließlich der Impulsflanke, die den Endzeitpunkt der Messung definiert), die während der Meßzeit detektiert werden, wird gezählt; weiterhin wird der Zeitraum t durch die Anzahl der detektierten Impulsflanken geteilt und dann mit zwei multipliziert, so daß eine mittlere Zykluslänge berechnet wird, wobei das Ergebnis dieser Berechnung zur Berechnung der Radgeschwindigkeit verwendet wird. Wie Fig. 5b zeigt, werden während eines jeden der Zeiträume, die von A bis B, von B bis C und von C bis D reichen, zwei Impulsflanken detektiert, und somit stellt der Zeitraum t die Länge eines Zyklusses dar.

Fig. 5c zeigt die Impulsflankendetektionslogik für den Fall, daß sich die Anzahl der Impulsflanken erhöht, weil sich die Radgeschwindigkeit V_w steigert. Wenn die steigenden und fallenden Impulsflanken eines Impulszuges detektiert werden, d. h. im Fall einer Halbzyklus-Detektion, wächst die Anzahl von Impulsflanken, die während eines Meßzeitraumes t auftreten, mit zunehmender Radgeschwindigkeit V_w so, daß der Impulsflanken-Zählvorgang eine lange Zeit in Anspruch nimmt, wodurch nicht ausreichend Zeit bleibt, um andere Arten der Steuerungsverarbeitung durchzuführen. Um mit einer solchen Situation fertig zu werden, wird dann, wenn das Fahrzeug mit hoher Geschwindigkeit fährt, der Impulsflanken-Detektionsmodus von einer Doppelflankendetektion (Halbzyklus-Detektion) auf eine Einzelflankendetektion (Vollzyklus-Detektion) umgeschaltet. Die Bedingung für ein solches Umschalten ist, daß die Zahl der während eines Meßzeitraumes detektierten Doppelimpulsflanken gleich oder größer als eine vorbestimmte Zahl (in Fig. 5c beispielsweise größer gleich 9) wird. Durch ein solches Umschalten kann die Anzahl der zu detektierenden Impulsflanken um die Hälfte verringert werden, wodurch die Verarbeitungszeit vermindert wird.

Fig. 5d zeigt die Impulsflankendetektionslogik für den Fall, daß die Anzahl der detektierten Impulsflanken abnimmt, weil sich die Radgeschwindigkeit V_w von einer hohen Geschwindigkeit ausgehend vermindert, während die Vollzyklus-Detektion durchgeführt wird. In diesem Fall wird der Impulsflanken-Detektionsmodus von der Einzelflanken-Detektion (Vollzyklus-Detektion) auf Doppelflanken-Detektion (Halbzyklus-Detektion) umgeschaltet, wenn die mit Hilfe der Einzelflanken-Detektion detektierte Zahl von Impulsflanken kleiner wird als eine vorbestimmte Anzahl (in Fig. 5 kleiner als 2).

Die Fig. 6 und 7 sind die Flußdiagramme für die durch die zentrale Verarbeitungseinheit 9 aus Fig. 1 durchgeführte Berechnung.

Beim Schritt S1 der Fig. 6 wird die Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeit T vorgegeben; die Halbzyklus-Detektion wird als Impulsflanken-Detektionsmodus ausgewählt und es wird die ansteigende Impulsflanke als Triggerimpuls selektiert. Beim Schritt S2 wird beurteilt, ob die Zeit T verstrichen ist oder nicht; wenn das Ergebnis der Beurteilung "NEIN" ist, wird eine Impulsflanke beim Schritt S3 detektiert. Es sei angenommen, daß eine Impulsflanke detektiert wird, wie dies zum Zeitpunkt A in Fig. 5a wiedergegeben ist. Beim nächsten Schritt S4 wird beurteilt, ob die beim Schritt S3 detektierte Impulsflanke die erste Impulsflanke ist oder nicht. Wenn das Ergebnis der Beurteilung beim Schritt S4 "JA" ist, dann geht der Ablauf weiter zum

Schritt S5, bei dem der Zeitpunkt A in den Speicher mit freiem Zugriff RAM 1 als Zyklusmessungs-Anfangszeitpunkt eingeschrieben wird; weiterhin wird der Zähler zurückgesetzt und es wird die Kennzeichnung (flag) F1 für die Erkennung der ersten Impulsflanke gesetzt. Beim Schritt S6 wird beurteilt, ob eine Halbzyklus-Detektion durchgeführt werden soll oder nicht, und wenn das Ergebnis dieser Beurteilung "JA" ist, wird beim Schritt S7 eine Triggerflanken-Umschaltung bewirkt und der Ablauf kehrt zurück zum Schritt S2.

Wenn beim Schritt S2 festgestellt wird, daß die Zeit T verstrichen ist, geht der Ablauf weiter zum Schritt S8, bei dem beurteilt wird, ob der Zähler zurückgesetzt worden ist oder nicht. In diesem Fall ist das Ergebnis der Beurteilung beim Schritt S8 "JA", da der Zähler beim Schritt S5 zurückgesetzt worden ist, und daher geht der Ablauf weiter zum Schritt S9. Da gemäß Fig. 5a während des Zeitraumes vom Zeitpunkt "1" bis zum Zeitpunkt "2" nicht zwei oder mehr Impulsflanken detektiert worden sind, wird der Zählerwert des Ober-Zählers um 1 erhöht. Beim Schritt S10 der Fig. 7 wird beurteilt, ob der Zählerwert des Ober-Zählers größer ist als die spezifizierte Konstante K1 (beispielsweise $K1=4$) oder nicht. In diesem Fall ist der Zählerwert 1 und der Ablauf geht über den Schritt S11 weiter zum Schritt S12, in dem die Zeitspanne T von der Zeit "2" bis zur Zeit "3" wieder vorgegeben wird, wie dies in Fig. 5a dargestellt ist; dann kehrt der Ablauf zurück zum Schritt S2 von Fig. 6. In diesem Fall läuft, weil während der Zeitspanne von der Zeit "2" bis zur Zeit "3" keine Impulsflanke detektiert wird, der Ablauf vom Schritt S2 zum Schritt S3 und wieder zurück zum Schritt S2 und geht dann weiter zum Schritt S9, bei dem der Zählerwert des Ober-Zählers auf 2 gesetzt wird. Der Ablauf geht dann weiter zu den Schritten S10, S11 und S12 in der genannten Reihenfolge, so daß die Zeitspanne T von der Zeit "3" bis zur Zeit "4" vorgegeben wird. In entsprechender Weise wird die Zeitspanne T von der Zeit "4" bis zur Zeit "5" vorgegeben. Wenn durch die Wiederholung der oben beschriebenen Schritte der Zählerwert des Ober-Zählers größer wird als die spezifizierte Konstante K1 (beispielsweise $K1=4$), wird im Schritt S13 die Radgeschwindigkeit als $V_w=0 \text{ km/h}$ betrachtet, so daß der Ober-Zähler und das Kennzeichen F1 zurückgesetzt werden; dann kehrt der Ablauf zurück zum Schritt S2.

Im Fall der Fig. 5a ist jedoch $K1=3$ und es wird eine Impulsflanke zum Zeitpunkt B in der Zeitspanne zwischen der Zeit "4" und der Zeit "5" detektiert, so daß das Ergebnis der Beurteilung beim Schritt S3 "JA" und das Ergebnis der Beurteilung beim Schritt S4 "NEIN" ist; daher geht der Ablauf weiter zum Schritt S14, bei dem die dem Zeitpunkt B entsprechende Zeit in den Speicher mit freiem Zugriff RAM 2 eingeschrieben wird, in den auch der Zyklusmessungs-Endzeitpunkt eingeschrieben wird, und der Zählerwert des Impulsflankenzählers wird um 1 erhöht. Der Ablauf durchläuft dann die Schritte S6 und S7 und kehrt zum Schritt S2 zurück. Wenn die Zeit "5" aus Fig. 5a erreicht wird, geht der Ablauf weiter zum Schritt S8. Das Ergebnis der Beurteilung beim Schritt S8 ist "NEIN"; der Ablauf geht weiter zum Schritt S15, bei dem der in den Speicher RAM 1 eingeschriebene Zeitwert von dem in den Speicher RAM 2 eingeschriebenen Zeitwert subtrahiert wird; hierdurch wird der Zeitraum t zwischen der Zeit A und dem Zeitpunkt B bestimmt. Der Ablauf geht dann weiter zum Schritt S16 von Fig. 7, in dem beurteilt wird, ob eine Halbzyklus-Detektion durchgeführt werden soll oder nicht. Da das Ergebnis der Beurteilung beim Schritt S16 "JA" ist, geht

der Ablauf weiter zum Schritt S 17, bei dem eine mittlere Zykluslänge dadurch bestimmt wird, daß der Zeitraum t durch den Zählerwert geteilt und der Quotient verdoppelt wird; dann geht der Ablauf weiter zum Schritt S 18. Im Fall der Fig. 5a ist der Zählerwert 1, und daher muß keine Division durchgeführt werden.

Beim Schritt S 18 wird die Radgeschwindigkeit V_w auf der Basis der beim Schritt S 17 bestimmten mittleren Zykluslänge gemäß der Gleichung $V_w = 1 / (\text{mittlere Zykluslänge} \times K_2)$ berechnet. Beim nächsten Schritt S 19 wird der Wert aus dem Speicher mit freiem Zugriff RAM 2 in den Speicher mit freiem Zugriff RAM 1 übertragen, so daß der auf diese Weise übertragene Wert als der nächste Startzeitpunkt für eine Zyklusmessung verwendet wird. Beim Schritt S 20 wird wieder beurteilt, ob eine Halbzyklus-Detektion durchgeführt werden soll oder nicht. Beim Schritt S 21 wird beurteilt, ob der Zählerwert größer ist als ein vorgegebener Wert K_3 (beispielsweise $K_3 = 9$). Da das Ergebnis der Beurteilung beim Schritt S 21 "NEIN" ist, geht der Ablauf weiter zum Schritt S 11, bei dem der Zähler zurückgesetzt wird; weiterhin wird beim Schritt S 12 wieder die Zeitspanne T von der Zeit "5" zur Zeit "6" vorgegeben und der Ablauf kehrt zurück zum Schritt S 2.

Für eine Messung bezüglich des Zeitraumes vom Punkt A bis zum Punkt B in Fig. 5b ist der Zählerwert, der zu einem Zeitpunkt auftritt, wenn die den Zeitpunkt B enthaltende Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspanne T abläuft, gleich 2 und somit wird die mittlere Zykluslänge gleich dem Wert des Zeitraumes $t / (t/2 \times 2)$. Im Fall der Fig. 4 ist dann, wenn die Zeit "3" erreicht wird, der Zeitpunkt B, in dem die letzte Impulsflanke zwischen der Zeit "2" und der Zeit "3" detektiert wird, in den Speicher mit freiem Zugriff RAM 2 eingeschrieben worden und der Zählerstand hat den Wert 3 erreicht. Somit wird beim Schritt S 17 die mittlere Zykluslänge als $t/3 \times 2$ berechnet.

Im Fall der Fig. 5c ist der Zählerwert größer als der vorgegebene Wert K_3 (in diesem Fall $K_3 = 9$) und das Ergebnis der Beurteilung beim Schritt S 21 ist "JA"; somit geht der Ablauf weiter zum Schritt S 16, bei dem der Impulsflanken-Detektionsmodus von einer Halbzyklus-Detektion auf eine Vollzyklus-Detektion umgeschaltet wird. Als Folge hiervon ist das Ergebnis der Beurteilung beim Schritt S 16 "NEIN" und der Ablauf geht weiter zum Schritt S 23, bei dem die Berechnung so durchgeführt wird, daß der Zeitraum t durch den Zählerstand geteilt wird, so daß die mittlere Zykluslänge bestimmt wird.

Im Fall der Fig. 5d ist das Ergebnis der Beurteilung beim Schritt S 20 "NEIN", und der Zählerstand ist kleiner als der vorbestimmte Wert K_3 (in diesem Fall $K_3 = 2$). Somit geht der Ablauf über den Schritt S 24 weiter zum Schritt S 25 und die Vollzyklus-Detektion wird auf eine Halbzyklus-Detektion umgeschaltet.

Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspanne T bis zur letzten Impulsflanke in der momentanen Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspanne T , und

(c) Berechnen der Drehgeschwindigkeit des rotierenden Körpers auf der Basis des Ergebnisses der oben erwähnten Messung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der rotierende Körper das Rad eines Motorfahrzeuges ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspannen, während derer keine Impulsflanke auftritt, gezählt wird und daß dann, wenn diese Anzahl größer als ein vorbestimmter Wert ist, die Geschwindigkeit des Rades als Null angesehen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß weiterhin der Schritt vorgesehen ist, die Anzahl der Impulsflanken zu zählen die während des Zeitraumes t vor dem Schritt der Berechnung der Drehgeschwindigkeit auftreten.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn die gezählte Zahl von Impulsflanken in dem Zeitraum t eine vorgegebene Zahl übersteigt, der Impulsflanken-Detektionsmodus von einer Doppelflanken-Detektion auf eine Einfachflanken-Detektion umgeschaltet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Anzahl von Impulsflanken gleich Neun ist.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn die Einzelflanken-Detektion durchgeführt wird und die Anzahl von Einseiten-Impulsflanken im Zeitraum t kleiner als eine vorgegebene Anzahl wird, von der Einzelflanken-Detektion auf die Doppelflanken-Detektion umgeschaltet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Zahl von Impulsflanken gleich Zwei ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Berechnung der Drehgeschwindigkeit eines rotierenden Körpers, dadurch gekennzeichnet, daß es folgende Schritte umfaßt:

(a) Wiederholtes Vorgeben von festen Geschwindigkeitsberechnungs-Bezugszeitspannen T bezüglich eines Impulszug-Signals, das von einem an dem sich drehenden Körper vorgesehenen Drehgeschwindigkeits-Sensor abgeleitet wird.

(b) Messen des Zeitraums von der letzten Impulsflanke des Impulszugsignals in der vorausgehenden

FIG. 1

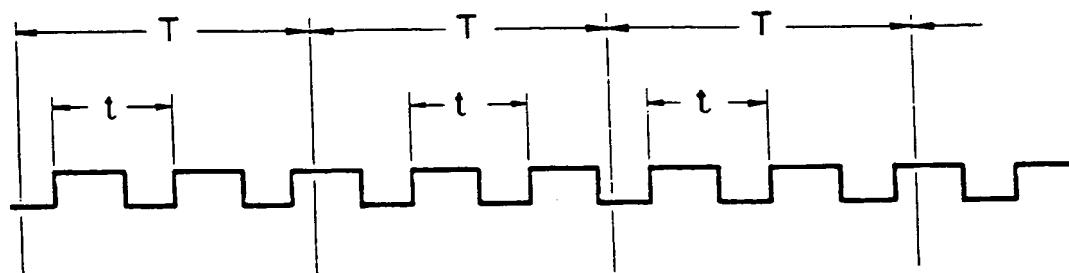


FIG. 2

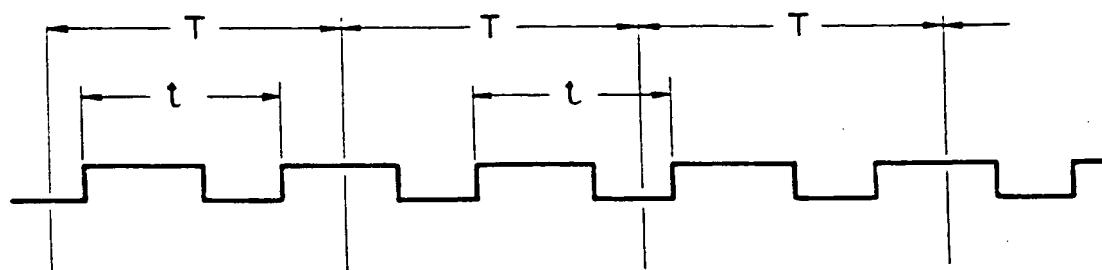


FIG. 4

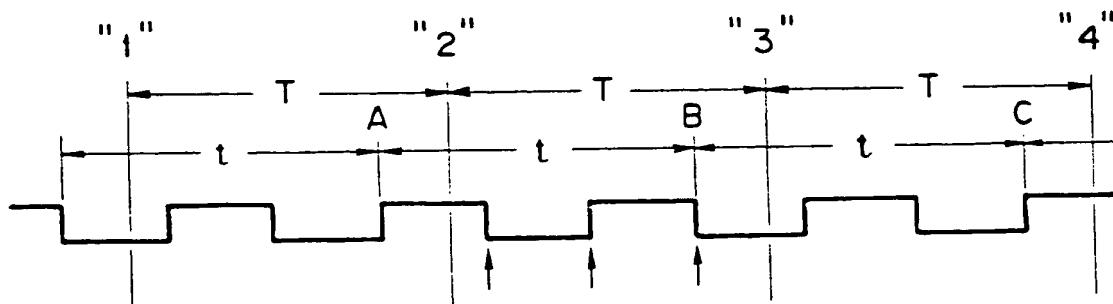


FIG. 3

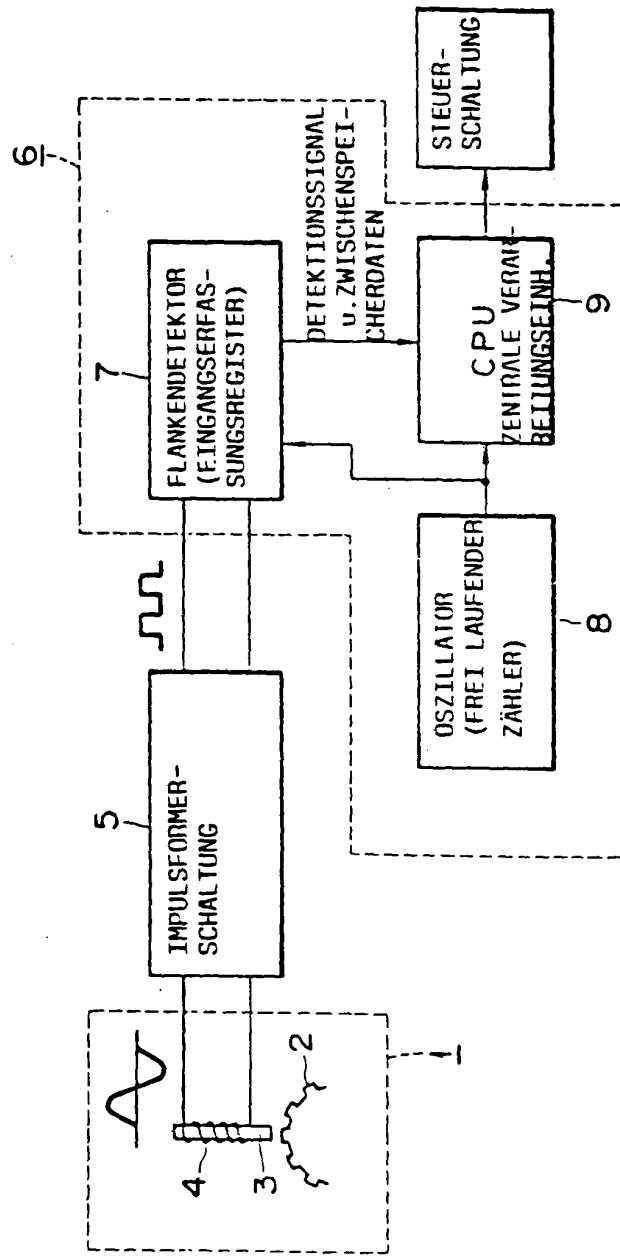


FIG. 5

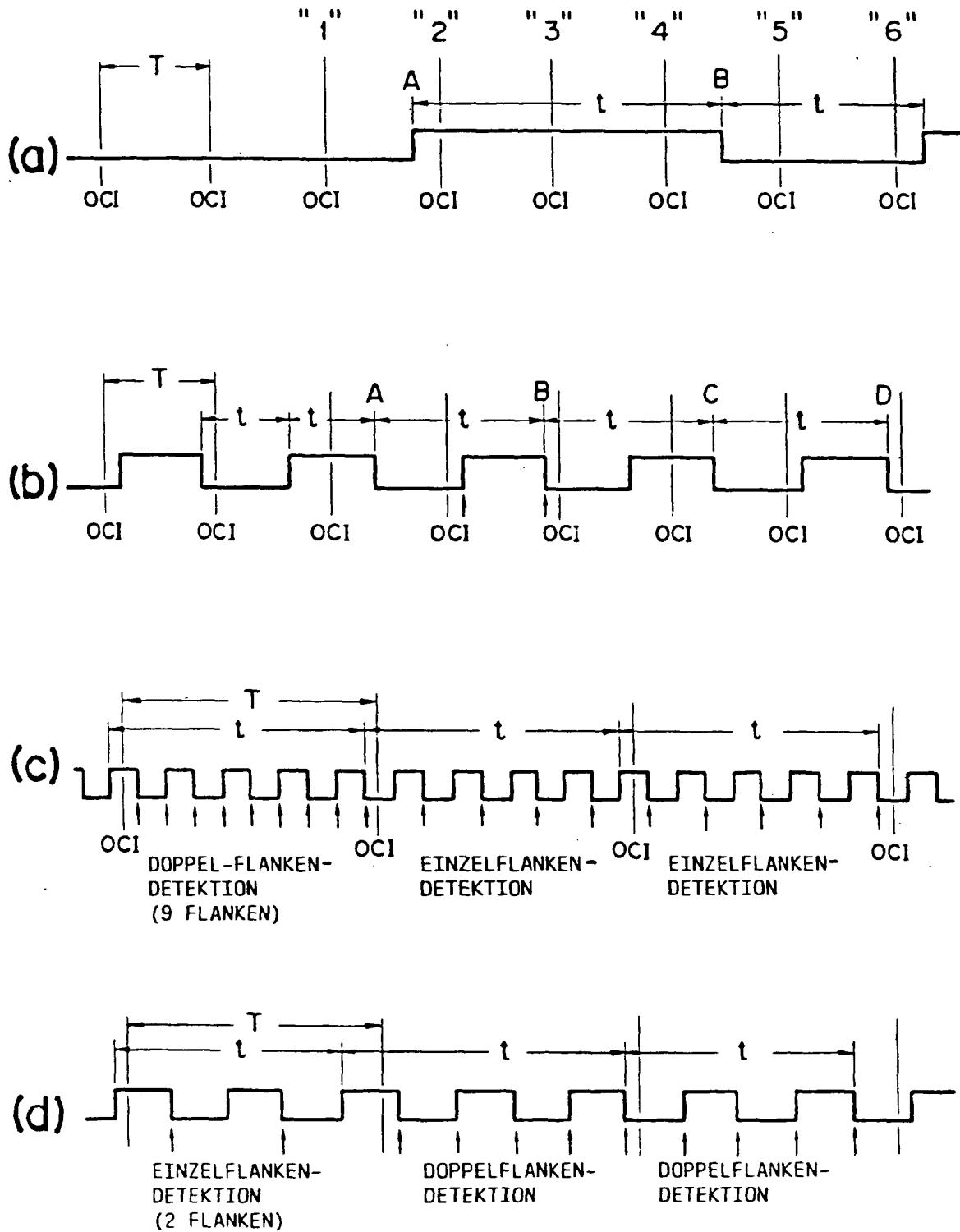


FIG. 6

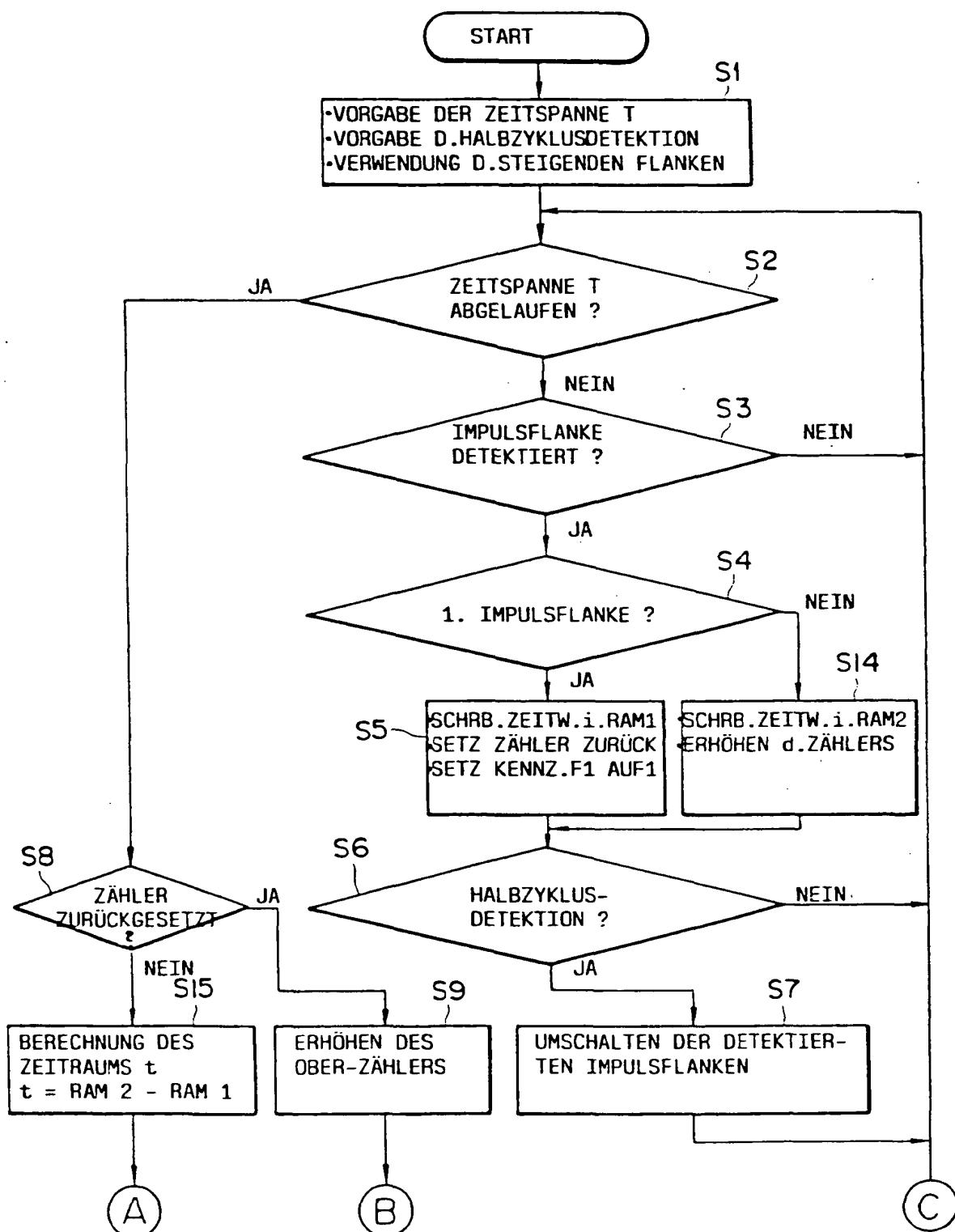


FIG. 7

